

Einsatzmöglichkeiten von Stahl-Hybrid-Strukturen im Crashfall

Michael Kriescher

DLR Institut für Fahrzeugkonzepte

Jan Roettger, Fa. Dow Automotive

VDI Konferenz Stahl im Pkw

24. Oktober 2012

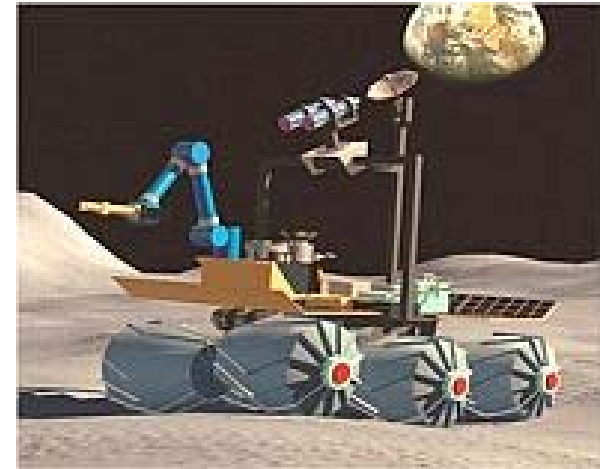


Knowledge for Tomorrow



Fahrzeuge des DLR

Mondfahrzeug



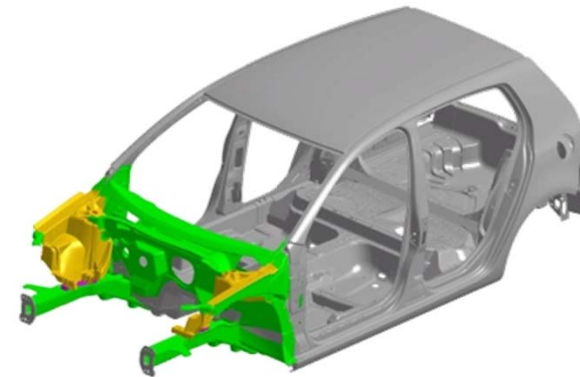
Versuchsflugzeug



DLR Institute für Fahrzeugkonzepte

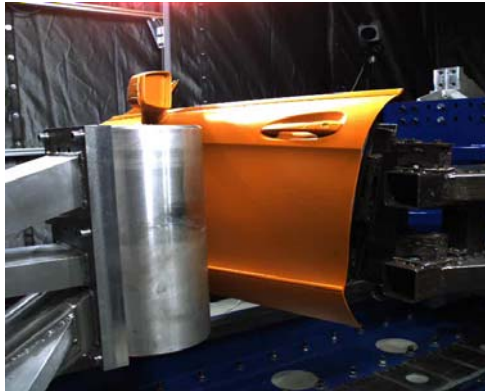
Leichtbau und Hybridbauweisen

- Entwicklung ressourcen-effizienter, innovativer Fahrzeugkonzepte
- Sicher, leicht und kosteneffizient
- Anpassung an alternative Antriebskonzepte



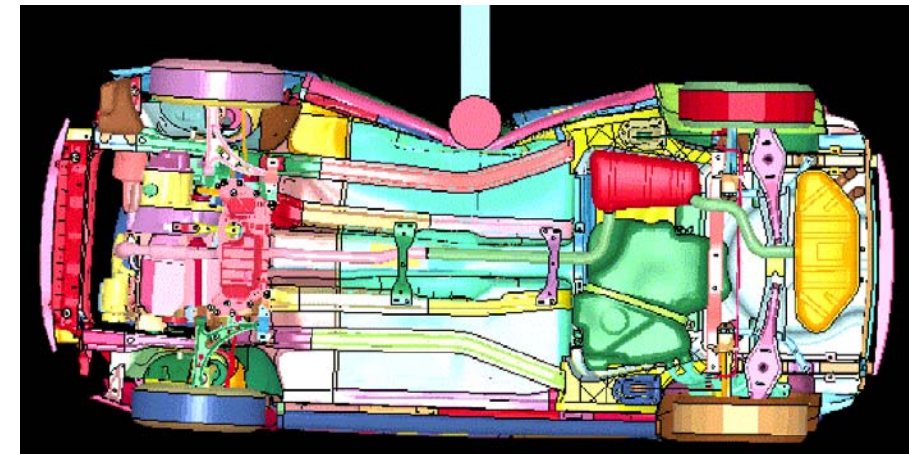
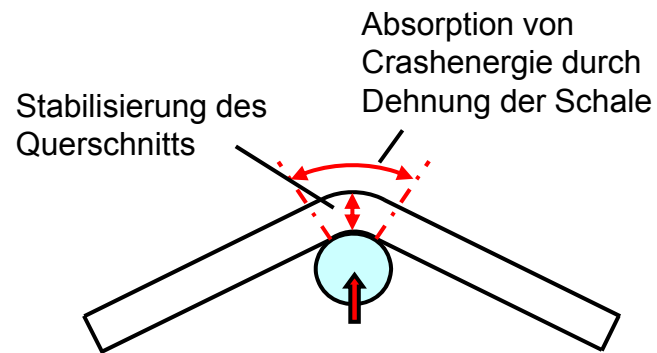
Leichtbau & Hybridbauweisen

Passive Sicherheit / Crashsimulation und Versuche



Motivation und Grundprinzip

- Hohle Trägerstrukturen besitzen eine hohe Steifigkeit pro Gewicht, reagieren aber bei konzentrierten Crashlasten von der Seite durch Beulen, was den Intrusionswiderstand drastisch verringert (Beispiel Pfahlcrash)
- Wenn es gelingt den Querschnitt des Trägers während des Biegevorgangs zu stabilisieren, lassen sich Intrusionswiderstand und Energieabsorption signifikant erhöhen

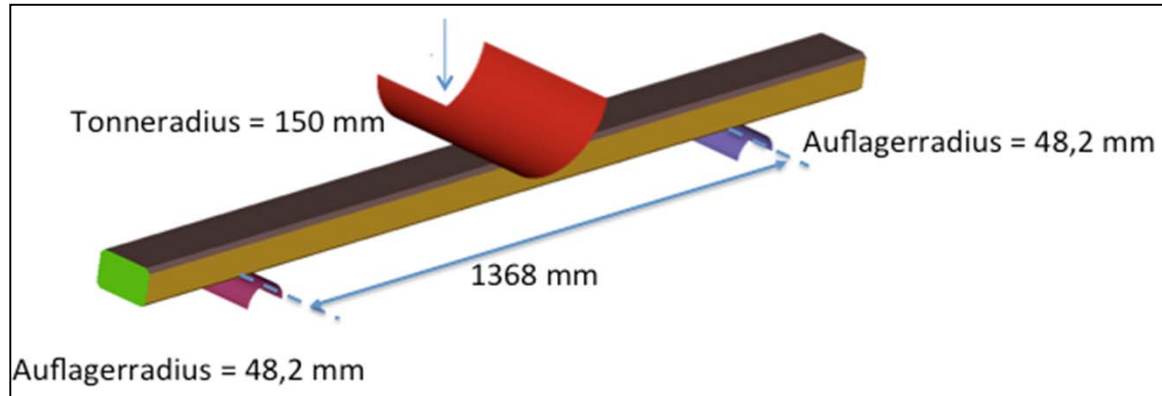
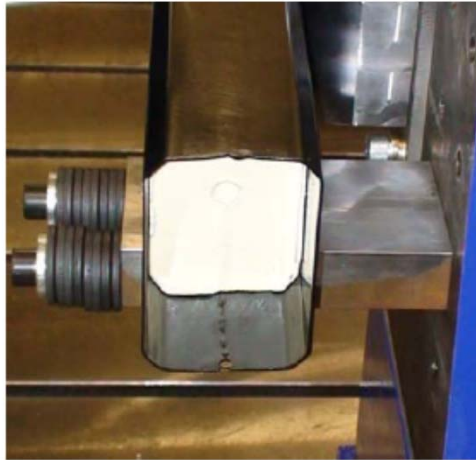


Vom DLR entwickelte Bodenstruktur, EU- Projekt Super light car

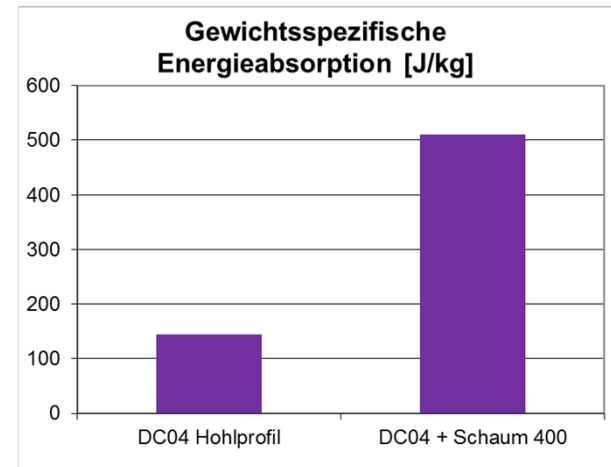
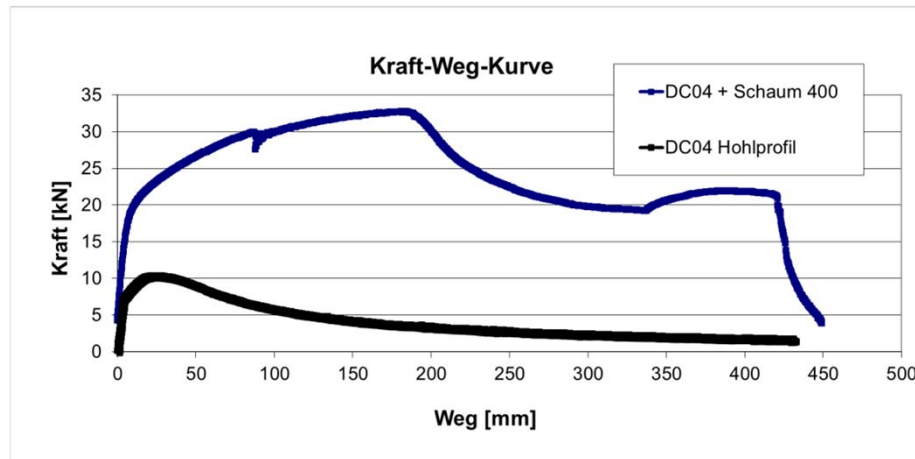
Hohler Träger aus
DC04
Homogene
Wandstärke 2 mm



3-Punkt Biegeversuch in Kooperation mit DOW automotive



Geschwindigkeit = 6 cm / s



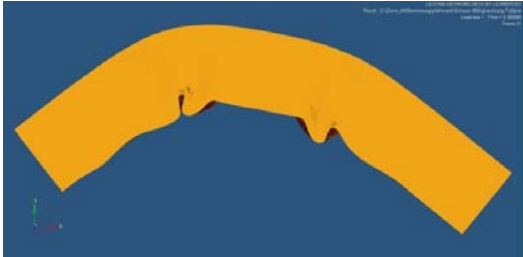
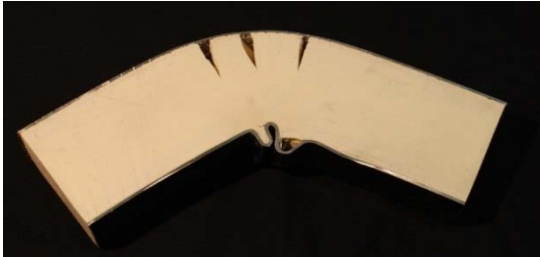


- DC 04 - Träger, mit Schaum gefüllt
- Dichte 400 kg/m³ -> Gewicht steigt auf das 1,72-fache des hohlen Trägers



Vergleich zwischen Rechnung und Versuch

Schaumfüllung:

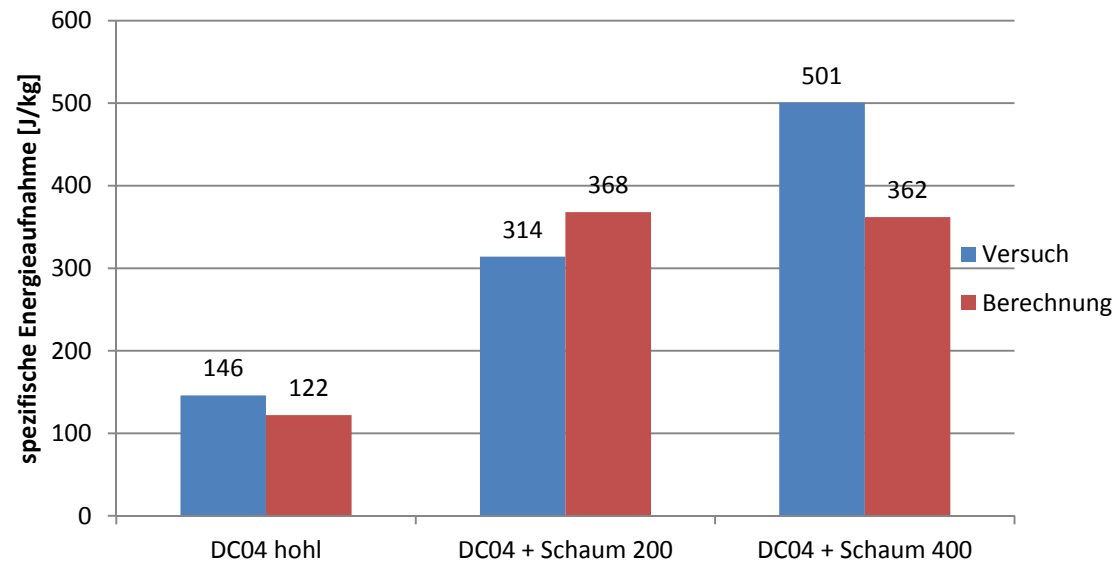
Schaumdichte [kg/m ³]	Simulation	Versuch
200	 <p>Quelle: Metallhybrid-Strukturen (M. Zimmermann, M. Kriescher)</p>	 <p>Quelle: Meilensteinbericht AP4100</p>
400	 <p>Quelle: Metallhybrid-Strukturen (M. Zimmermann, M. Kriescher)</p>	 <p>Quelle: Meilensteinbericht AP4100</p>

- Die Dichte (und damit die Druckfestigkeit) des Kernmaterials kann nicht beliebig verringert werden
- Beulverhalten kann mit Hilfe der Simulation annähernd abgebildet werden, dennoch gibt es Unterschiede in der Energieabsorption

Vergleich zwischen Rechnung und Versuch

Schaumfüllung:

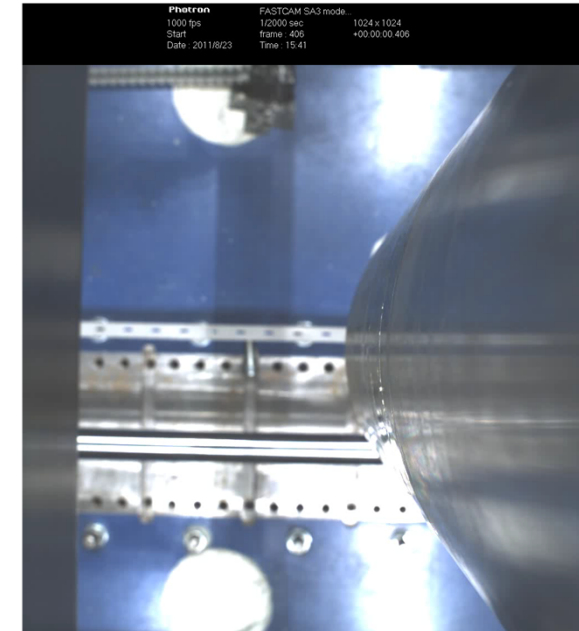
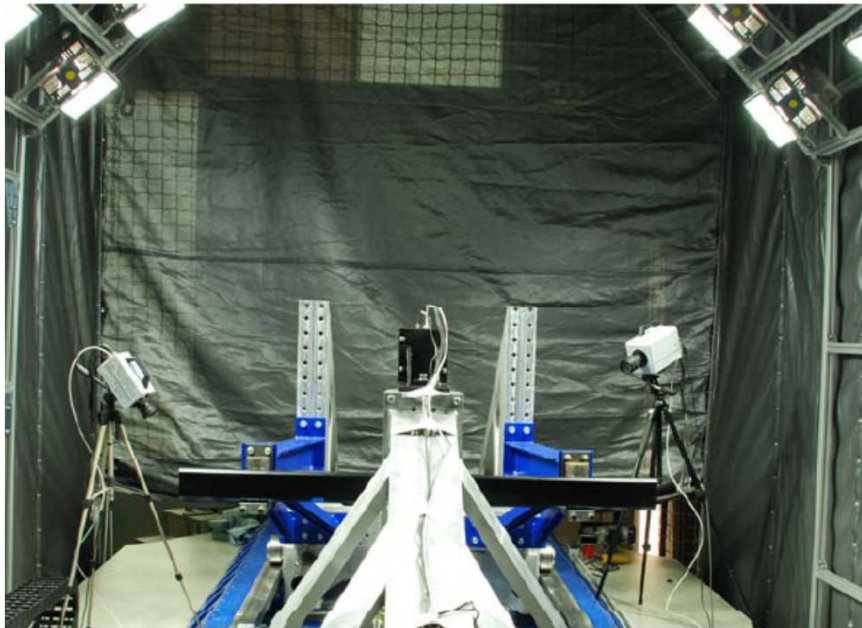
Vergleich Versuchs- und Berechnungsergebnisse



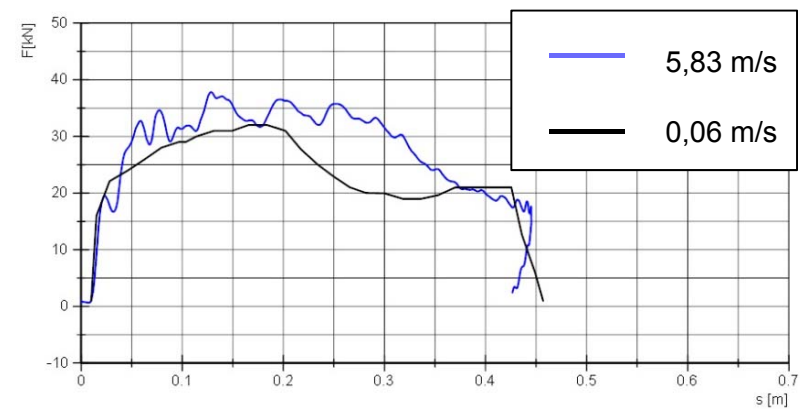
- Die Dichte (und damit die Druckfestigkeit) des Kernmaterials kann nicht beliebig verringert werden
- Beulverhalten kann mit Hilfe der Simulation annähernd abgebildet werden, dennoch gibt es Unterschiede in der Energieabsorption



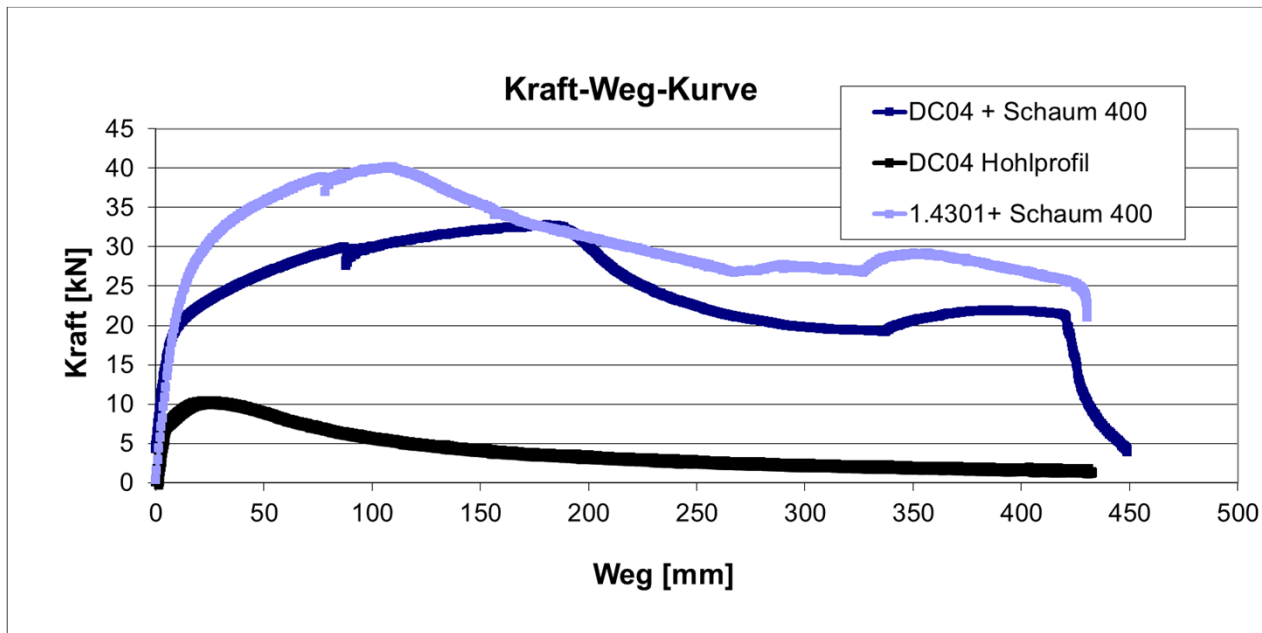
Vergleich zwischen Rechnung und Versuch



- Kraftniveau im dynamischen Fall etwas höher



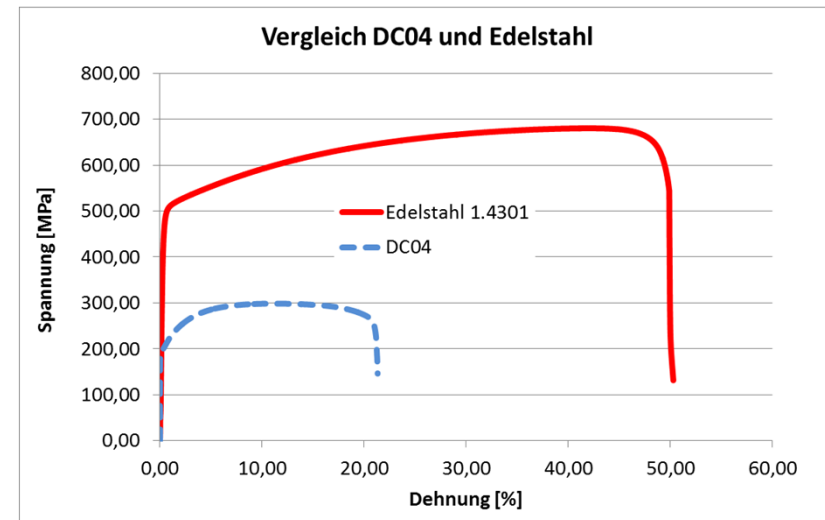
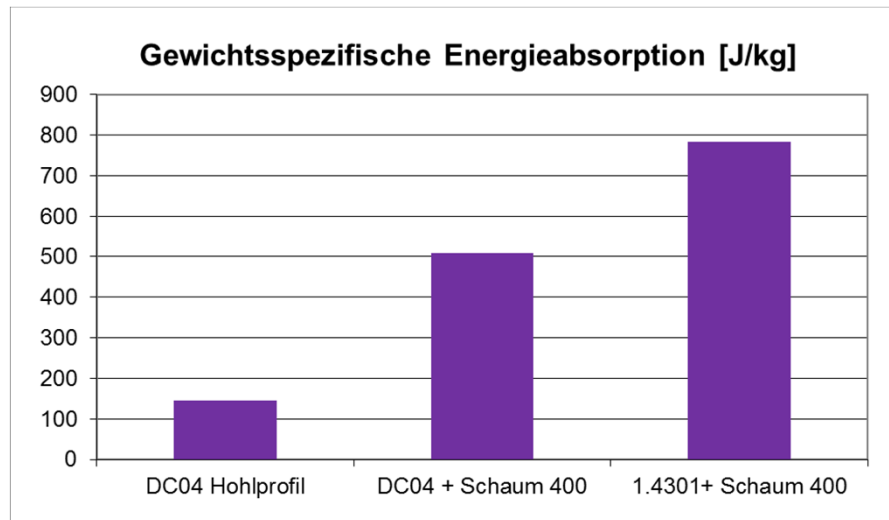
Variation des Trägermaterials



- Verwendung von Edelstahl anstelle von DC04
- Potenzial des Werkstoffs kann nicht voll genutzt werden



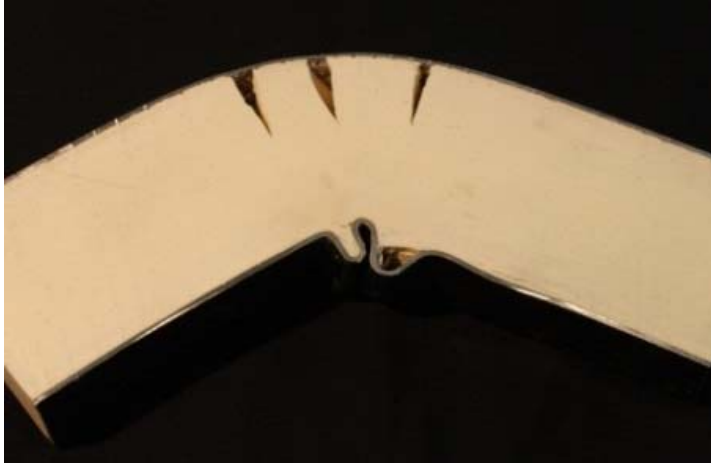
Variation des Trägermaterials



- Verwendung von Edelstahl anstelle von DC04
- Potenzial des Werkstoffs kann nicht voll genutzt werden



Deformationsverhalten in Abhängigkeit des Materials



DC 04 + Schaum



Edelstahl 1.4301 + Schaum

- Stärkeres Falten der Druckseite bei einem Träger mit höherer Festigkeit
- Idee: asymmetrischer Träger mit einseitig verstärkter Druckseite



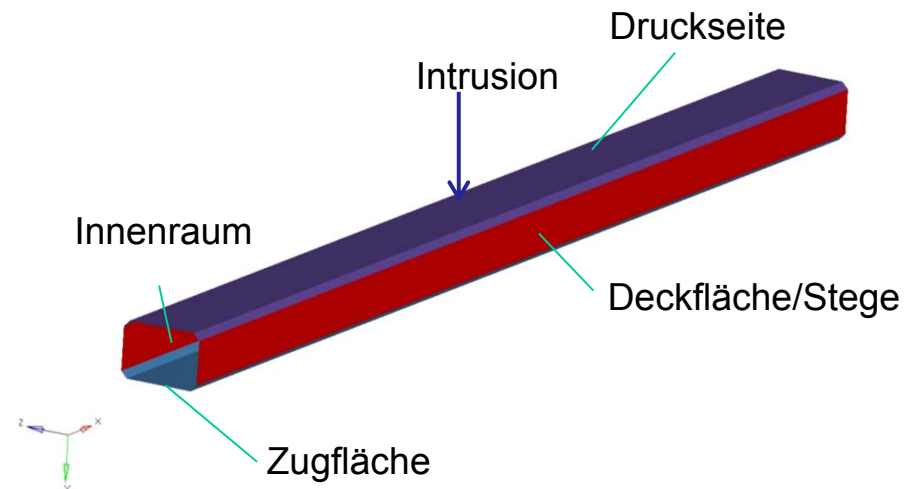
Beispiele für Optimierungsmöglichkeiten

Ziele:

- Spezifische Energieaufnahme weiter erhöhen
- Gewicht der Kernstruktur verringern

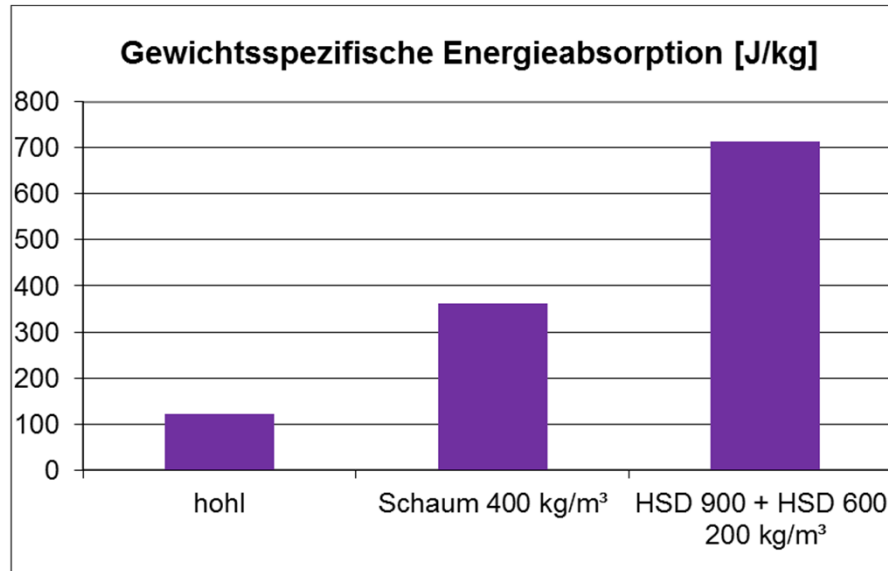
Strategien:

- Veränderung von Druckfläche, Seitenwänden und Zugfläche des Trägers hinsichtlich:
 - Material
 - Wandstärke
 - Geometrie

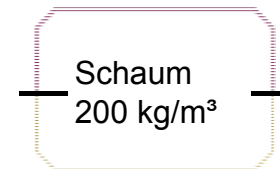


Beispiel: Variation von Wandstärke und Material

in Zusammenarbeit mit der Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH



HSD 900
Streckgrenze = 900 MPa
Dicke = 2 mm

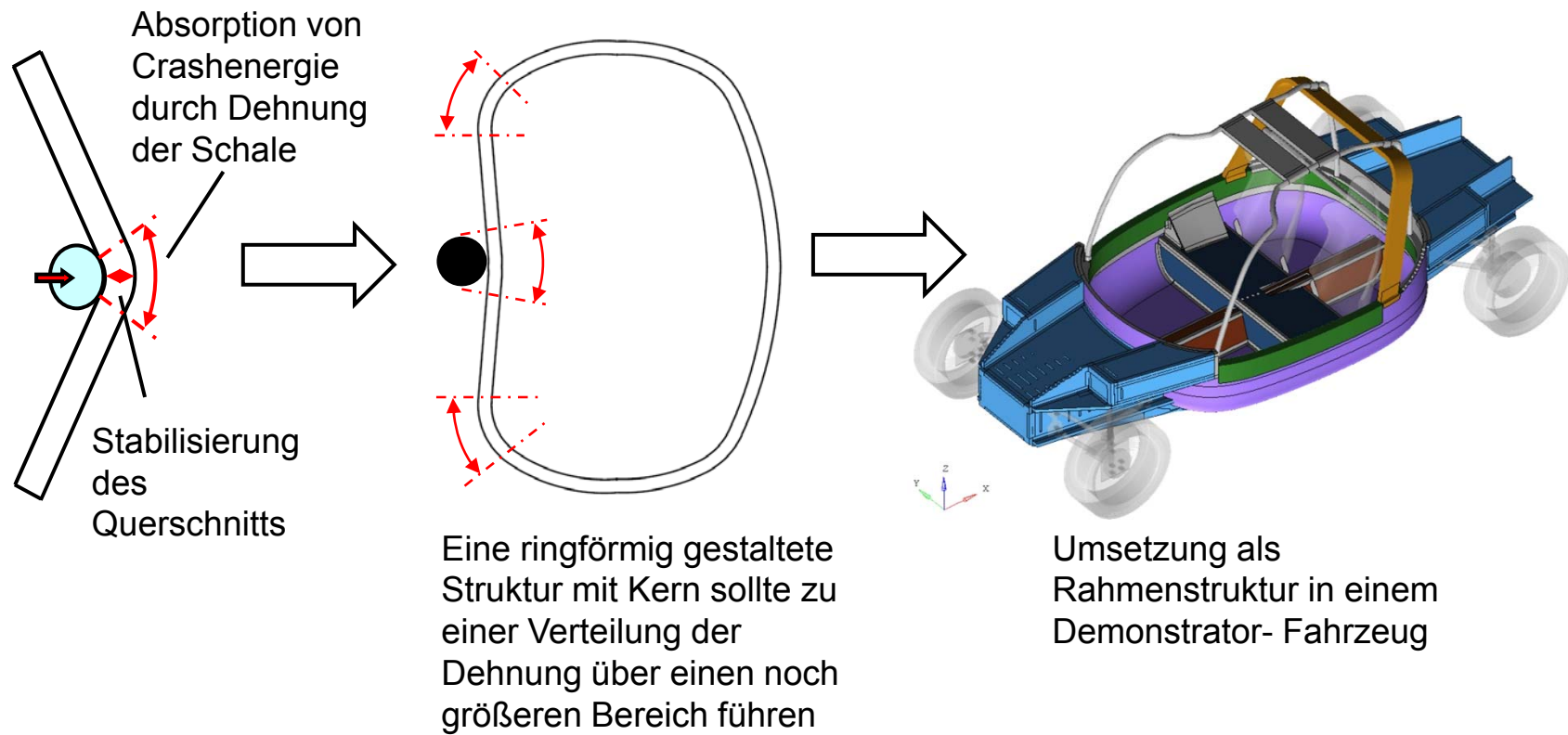


HSD 600
Streckgrenze = 600 MPa
Dicke = 1 mm

- Material mit sehr hoher Streckgrenze auf der Druckseite
- Hohe Festigkeit + hohe Dehnbarkeit auf der Zugseite
- Geringe Dicke der Zugseite



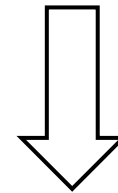
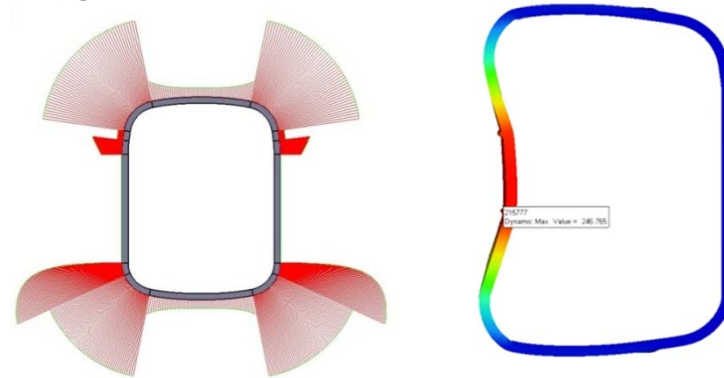
Anwendungsbeispiel: Ringförmige Struktur für eine Fahrgastzelle



Optimierung der Ringstruktur

Erster Entwurf

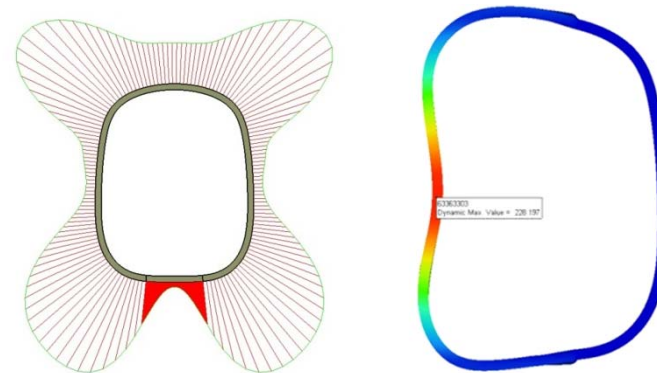
- Masse: 23,6 kg
- Deformation bei frontaler Lasteinleitung: 271 mm
- Deformation bei seitlicher Lasteinleitung: 247 mm



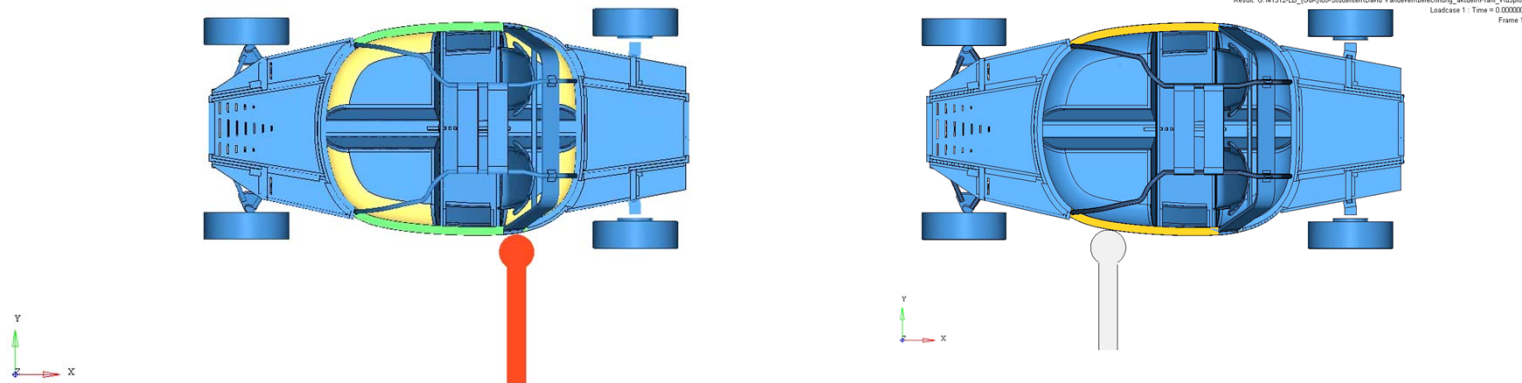
- Leichte Wölbung nach außen in allen Bereichen
- Krümmungsstetiger Verlauf

Optimiertes Design:

- Mass: 22,5 kg -4,8 %
- Deformation bei frontaler Lasteinleitung: 175 mm -35,3 %
- Deformation bei seitlicher Lasteinleitung: 228 mm -7,6 %



Euro-NCAP Pfahlcash



- Intrusion beim Pfahlcash nach Euro-NCAP 216 mm (Referenz: 380 mm)
- Intrusion beim Pfahlcash im vorderen Bereich 219 mm



Zusammenfassung und Ausblick

- Kerne in metallischen Trägern führen bei geeigneter Auslegung zu einer starken Erhöhung von Intrusionswiderstand und Energieabsorption
- Die Eigenschaften der Schale des Trägers und der Kernstruktur müssen aufeinander abgestimmt sein
- Das gutmütige Versagensverhalten gefüllter Metallstrukturen eröffnet neue Möglichkeiten bei der Auslegung von im Crashfall belasteten Karosseriebauteilen
- Das Potenzial solcher Strukturen unter Berücksichtigung zusätzlicher Aspekte wie Gewichtsspezifische Steifigkeit, Kosten, Lebensdauer etc. muß noch genauer untersucht werden
- Simulationsmodelle, insbesondere für die Kernstrukturen, müssen weiterentwickelt und im Versuch verifiziert werden



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

